

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS
6 LANTAI (+ 1 BASEMENT) DI SUKOHARJO
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagai persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

RENY PURWANJARY

NIM : D100 130 008

Kepada:

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

HALAMAN PENGESAHAN
PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS
6 LANTAI (+ 1 BASEMENT) DI SUKOHARJO
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)

OLEH

RENY PURWANJARY

D 100 130 008

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas Teknik Program Studi Teknik
Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis 1 Nopember 2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Budi Setiawan, S.T., M.T (.....)

(Ketua Dewan Penguji)

2. Ir. H. Aliem Sujatmiko, M.T (.....)

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Ir. Abdul Rochman, M.T (.....)

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D

NIK.733

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reny purwanjary

NIM : D 100 130 008

Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul : Perencanaan Struktur Gedung Kampus 6 Lantai
(+1*Basement*) di Sukoharjo Dengan Sistem Rangka
Pemikul Momen Menengah (SRPMM).

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri , kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan , maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 1 Nopember 2018

Yang menyatakan,



(Reny Purwanjary)

MOTTO

Katakanlah: "Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?"

(Q.S. Az-Zumar:9)

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Q.S. Al-Mujadilah: 11)

Jagalah Allah, niscaya Dia akan menjagamu. Jagalah Allah, niscaya kau dapati Dia di hadapanmu. Jika engkau hendak meminta, mintalah kepada Allah, dan jika engkau hendak memohon pertolongan, mohonlah kepada Allah.

(Al Hadits)

Di antara tanda keberhasilan diakhir adalah kembali kepada Allah di awal

(Ibnu Atha'illah al Iskandari)

Kita menuntut ilmu untuk menjadi orang baik, bukan orang yang bisa menjawab pertanyaan ujian. Ujian untuk belajar, bukan belajar untuk ujian.

(K.H. Hasan Abdullah Sahal)

PERSEMBAHAN

- Untuk orang tuaku, Ibu Wagiyamti dan Bapak Suparjo Rustam yang senantiasa mendoa'kan, memberikan semangat dan mencurahkan kasih sayangnya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini dan sampai kapanpun .Semoga kami dijadikan anak yang selalu berbakti di dunia dan akherat. Aamiin.
- Adik-adikku Rendi,Yunita, Bagus semoga menjadi anak yang berbakti kepada kedua orang tua. Aamiin.
- Seluruh Dosen Teknik Sipil UMS yang telah mengajarkan ilmunya berdasarkan keahlian pada bidang masing-masing.
- Bapak Anthony, Bapak Rudy, Bapak Cristian Darmawan dan seluruh Staff PT.Wahana Cipta yang telah memberikan pelajaran di lapangan semoga semakin lancar proyeknya.
- Bapak Petrus, Bapak Gandang , Bapak Joko, Mas Taufiq dan seluruh staff PT. Paton Buana Semesta yang telah memberikan ilmu dan pengalaman . semoga dapat bermanfaat kedepannya. Aamiin.
- Mas nanang, Mas Taufiq, Mbak Dhani, Mbak Armita ,Mbak Kurnia yang selalu memberikan motivasi dan do'a.
- Seruh kawan-kawan Kos bapak Rokhimin Anna, Nungki, Naim, Nadia, Hanna , Arta semoga silaturahmi dapat terus terjalin.
- Teknik Sipil UMS angkatan 2013, Adik-adik KMTS yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu. Semoga tetap solid.

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaykum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu wataa'ala* yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS 6 LANTAI (+1 BASEMENT) DI SUKOHARJO DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)”. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D.,selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- 2). Bapak Mochamad Solikin, S.T.,M.T.,Ph.D.,selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Budi Setiawan, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Ir. Aliem Sudjatmiko, M.T. dan Ir. Abdul Rochman M.T., selaku Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Bapak Ir. Achmad Karim, M.T., selaku Pembimbing Akademik.
- 6). Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 7). Bapak, ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik material maupun spiritual.

- 8). Teman – teman teknik sipil angkatan 2013 seperjuangan.
- 9). Semua pihak– pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah *Subhanahu wataa'ala. Aamiin.*

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

Wassalamu'alaykum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Surakarta, Oktober 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
DAFTAR NOTASI.....	xxv
ABSTRAK	xxxiii
BAB I.PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Perencanaan	2
D. Manfaat Perencanaan	2
E. Batasan Masalah.....	2
F. Keaslian Tugas Akhir	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Konsep Perancangan Struktur Gedung Tahan Gempa.....	4

1. Daktilitas.....	4
2. Sistem Rangka Pemikul Momen	5
3. Sendi Plastis	5
B. Pembebanan Struktur	7
1. Kekuatan Komponen Struktur	7
2. Faktor Beban	7
3. Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ).....	8
4. Pembebanan Gempa SNI 1726:2012.....	8
a) Menentukan Kelas Situs Tanah.....	8
b) Beban Gempa Per Lantai (F_i)	9
c) Percepatan Respons Spectra	9
d) Respons Spektrum Percepatan Gempa Maksimum	10
e) Parameter Percepatan Spektral Desain	10
f) Respons Spektrum Desain	10
g) Periode Pendekatan Fundamental	10
h) Beban Geser Dasar Statis Ekuivalen Akibat gempa (V). 11	
i) Periode Alami Fundamental Gedung (T_c)	13

BAB III. LANDASAN TEORI

A. Perencanaan Struktur Portal dengan SRPMM	15
B. Perencanaan Atap Baja	15
1. Perencanaan Gording.....	15
2. Perencanaan Kuda-Kuda	17
3. Perencanaan Sambungan	19
4. Perencanaan Pelat Buhul	20
5. Perencanaan Pelat Kopel	21
C. Perencanaan Struktur Pelat dan Tangga.....	23
1. Perencanaan Pelat Beton Betulang.....	23
2. Perencanaan Tangga Beton Betulang	24
D. Perencanaan Balok	
1. Perhitungan Tulangan Longitudinal Balok	24

2. Perhitungan Tulangan Geser Balok.....	25
3. Torsi Balok	27
E. Perencanaan Kolom	
1. Perhitungan Tulangan Longitudinal Kolom.....	29
2. Perhitungan Tulangan Geser Kolom	30
F. Perencanaan Fondasi dan <i>Sloof</i>	32
1. Perencanaan Fondasi Tiang Pancang	32
a) Perhitungan daya dukung izin tiang pancang	32
b) Jumlah tiang yang diperlukan.....	32
2. Perhitungan Tulangan Tiang Pancang.....	34
3. Perencanaan <i>Poer</i>	38
4. Perencanaan <i>Sloof</i>	42

BAB IV.METODE PERENCANAAN

A. Data Perencanaan	43
B. Alat Bantu Perencanaan	43
C. Peraturan yang Digunakan	44
D. Metodologi	44

BAB V. PERENCANAAN ATAP

A. Rencana Atap	46
B. Perhitungan Panjang Batang Kuda-Kuda Utama	48
C. Perencanaan Gording	49
1. Data-data yang digunakan	49
2. Analisa Pembebanan	50
3. Kontrol Kekuatan dan Keamanan Gording	54
D. Perencanaan Kuda-Kuda	55
1. Data-data perencanaan	55
2. Analisa Pembebanan	56
3. Analisa Mekanika	62
4. Perencanaan Profil dan Dimensi Batang Kuda-kuda	69

E. Perencanaan Sambungan	82
F. Perencanaan Pelat Buhul	85
G. Perencanaan Pelat Kopel	93

BAB VI. PERENCANAAN KONSTRUKSI PELAT DAN TANGGA

A. Perencanaan Pelat Atap.....	98
1. Denah Pelat Atap	98
2. Data –data perencanaan	98
3. Analisis pembenan pelat	99
4. Perhitungan momen pelat atap	99
5. Penulangan pelat atap	99
B. Perencanaan Pelat Lantai	109
1. Denah pelat lantai	109
2. Data-data perencanaan	110
3. Analisis pembebanan pelat lantai	110
4. Perhitungan momen pelat lantai	110
5. Penulangan Pelat lantai	112
C. Perencanaan Pelat lantai dan dinding basement	121
1. Perencanaan dinding basement	122
a) Data-data perencanaan	122
b) Analisis pembebanan	122
c) Perhitungan momen dinding basement	123
d) Perhitungan penulangan dinding basement	123
2. Perencanaan lantai basement.....	132
a) Data-data perencanaan	132
b) Analisis pembebanan	132
c) Perhitungan momen lantai basement	133
d) Perhitungan penulangan pelat lantai basement	134
D. Perencanaan Tangga.....	135
1. Perhitungan anak tangga	135
2. Data-data perencanaan	136

3. Analisis Pembebanan	137
4. Analisa mekanika (momen pada tangga)	137
5. Perhitungan tulangan tangga	138

BAB VII. ANALISIS BEBAN PADA PORTAL

A. Beban Gravitasi pada Struktur Gedung	152
1. Data umum	152
2. Perhitungan beban atap	153
3. Perhitungan beban mati dan beban hidup portal	154
B. Pembebanan gempa SNI 1726:2012	157
1. Klasifikasi situs tanah	157
2. Respons Spektrum desain	157
3. Faktor keutamaan bangunan dan kategori desain seismik	159
4. Pemodelan Struktur pasa SAP 2000	159
5. Evaluasi Ketidakberaturan struktur	160
6. Pemilihan jenis analisis beban gempa	163
7. Pperhitungan koefisien beban gempa	164
8. Analisis gempa dengan metode <i>Equivalent Lateral Force</i> (ELF) .	164
C. Analisis Mekanika Struktur Portal	168
1. Hasil analisa mekanika	168
2. Validasi hasil output software SAP 2000	168

BAB VIII. PERANCANGAN STRUKTUR UTAMA

A. Analisa mekanika portal	172
B. Kontrol simpangan anatar lantai struktur	172
C. Kontrol kecukupan dimensi portal	173
1. Kontrol dimensi balok	174
a) Kontrol tulangan lentur	174
b) Kontrol tulangan torsi	175
2. Kontrol dimensi kolom	175
3. Dimensi Akhir portall	183

D. Perencanaan struktur portal dengan SRPMM

1. Perencanaan balok	183
a) Perhitungan tulangan longitudinal balok	184
b) Kontrol momen desain balok	187
c) Pemutusan tulangan	190
d) Tulangan geser balok	197
e) Tulangan torsi balok	207
2. Perencanaan kolom SRPMM	208
a) Penentuan kolom panjang dan pendek	208
b) Perhitungan faktor pembesar momen	209
c) Perhitungan tulangan longitudinal kolom	213
d) Perhitungan tulangan geser kolom	228
3. Balok anak	237
4. Kolom biaksial	238
a) Pembuatan diagram M-N arah x	239
b) Pembuatan diagram M-N arah y	244
c) Kontrol kolom biaksial	245

BAB IX. PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH

A. Perencanaan tiang pancang	247
1. Spesifikasi tiang pancang	248
2. Daya dukung izin	248
3. Perhitungan jumlah tiang	250
4. Efisiensi kelompok tiang	250
5. Beban maksimum masing-masing tiang	252
B. Perencanaan <i>Poer</i>	253
1. Kontrol tegangan geser 1 arah	253
2. Kontrol tegangan geser 2 arah	254
3. Perhitungan <i>poer</i>	255
4. Perhitungan panjang penyaluran tegangan	259
C. Perencanaan <i>Sloof</i>	260

1. Pembebanan <i>sloof</i>	260
2. Analisa mekanika <i>Sloof</i>	261
3. Perhitungan tulangan longitudinal <i>sloof</i>	263
4. Perhitungan tulangan geser <i>sloof</i>	266

BAB X. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	270
B. Saran.....	272

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Sendi Plastis pada balok dan kolom	6
Gambar II.2 Output respons spektrum gempa	10
Gambar III.1. Skema perencanaan gording.....	16
Gambar III.2 Skema Perencanaan Kuda-kuda baja	18
Gambar III.3 Skema Perencanaan sambungan las.	19
Gambar III.4 Letak buhul kuda-kuda utama	20
Gambar III.5 Buhul A	20
Gambar III.6. Skema perhitungan tulangan plat	23
Gambar III.7. Ukuran anak tangga (T dan I)	24
Gambar III.8. Skema perhitungan tulangan longitudinal balok.....	25
Gambar III.9. Skema perhitungan tulangan geser balok.....	26
Gambar III.10 Definisi A_{0h} dan p_h	27
Gambar III.11 Contoh A_{cp} dan p_{cp}	28
Gambar III.12. Diagram desain kolom tanpa satuan.....	30
Gambar III.13. Skema perhitungan tulangan geser kolom portal SRPMM.....	31
Gambar III.14. Skema perhitungan kebutuhan tiang	33
Gambar III.15. Gaya dalam pada pengangkatan satu titik.	34
Gambar III.16. Gaya dalam pada pengangkatan dua titik.....	35
Gambar III.17. Skema perhitungan tulangan longitudinal tiang pancang	36

Gambar III.18. Skema perhitungan tulangan geser tiang pancang.	37
Gambar III.19. Tegangan geser 1 arah.....	38
Gambar III.20. Tegangan geser dua arah	39
Gambar III.21 skema kontrol tegangan.....	40
Gambar III.22. Skema perhitungan penulangan <i>poer</i>	41
Gambar VI.1 <i>Flow Chart</i> langkah-langkah perencanaan	45
Gambar V.1 Denah rencana atap	46
Gambar V.1a Kuda-kuda utama (KK)	47
Gambar V.1b Kuda-kuda type 2 (KK2).....	47
Gambar V.1c 1/2 kuda-kuda (1/2KK).....	47
Gambar V.1d 1/4 kuda-kuda (1/4KK)	47
Gambar V.2. Bentuk kuda-kuda utama.....	48
Gambar V.3. Penampang baja profil kanal $C_{125 \times 50 \times 20 \times 3,2}$	50
Gambar V.4. Pembebanan akibat beban mati	56
Gambar V.5. Pembebanan akibat beban hidup	59
Gambar V.6. Pembebanan akibat beban angin kanan.....	60
Gambar V.7. Pembebanan akibat beban angin kiri.....	61
Gambar V.8 Plat Buhul A	85
Gambar V.9 Plat Buhul B	86
Gambar V.10 Plat Buhul C	88
Gambar V.11 Plat Buhul U	89

Gambar V.12 Plat Buhul S.....	91
Gambar V.13 Plat Buhul G	92
Gambar VI.1 Denah plat atap	98
Gambar VI.2 Penulangan plat atap tipe A1	108
Gambar VI.3 Denah plat Lantai 1.....	109
Gambar VI.4 Denah plat Lantai 2 s/d 6.	109
Gambar VI.5 Penulangan plat lantai tipe B1	120
Gambar VI.6. Tekanan tanah dan air pada dinding dan lantai <i>basement</i>	121
Gambar VI.7 penulangan dinding <i>Basement</i> tipe A	131
Gambar VI.8 Denah plat lantai <i>basement</i>	132
Gambar VI.9 Penulangan lantai <i>basement</i> tipe C1	135
Gambar VI.10. Denah dan sketsa konstruksi tangga.	136
Gambar VI.10. beban dan momen pada tangga	137
Gambar VI.11 Penulangan tangga dan bordes	151
Gambar VII.1. Pemilihan wilayah dan koordinat pada situs PU.	158
Gambar VII.2. Diagram respons spektrum dari aplikasi PU.	158
Gambar VII.3. Pemodelan struktur portal pada <i>software SAP 2000</i>	159
Gambar VII.4. Pusat massa pada struktur.....	160
Gambar VII.5 <i>Load pattern</i> IBC 2009 pada <i>SAP2000 v.15</i>	167
Gambar VII.6. Hasil analisis <i>SAP2000 (base reactions)</i>	167
Gambar VII.7 momen akibat beban mati pada balok B.336.....	170

Gambar VII.8 Pembebanan dan momen akibat beban hidup pada balok B.336	171
Gambar VIII.1. Diagram desain kolom dengan mutu bahan $f'_c = 30 \text{ MPa}$, $f_y = 410 \text{ Mpa}$	180
Gambar VIII.2. Diagram desain kolom K-35 $f'_c = 30 \text{ Mpa}$, $f_y = 410 \text{ Mpa}$	182
Gambar VIII.3 Tulangan lon gitudinal balok B-35.....	187
Gambar VIII.4 Selimut Momen balok B-35	191
Gambar VIII.5 Pemasangan tulangan geser balok B-35.....	200
Gambar VIII.6. Penulangan balok B-35 portal As 4.....	208
Gambar VIII.7. Plot nilai Q dan R kolom K-35 arah x atas dari berbagai kombinasi.	214
Gambar VIII.8. Plot nilai Q dan R kolom K-35 arah x bawah dari berbagai kombinasi.	215
Gambar VIII.9. Plot nilai Q dan R kolom K-35 arah y atas dari berbagai kombinasi.	216
Gambar VIII.10. Plot nilai Q dan R kolom K-35 arah y bawah dari berbagai kombinasi.	217
Gambar VIII.11 Gambar Penulangan longitudinal kolom K-35.....	218
Gambar VIII.12. Pemasangan tulangan geser kolom K-35	231
Gambar VIII.13. Diagram M-N kolom K-35 arah x.....	244
Gambar VIII.14. Diagram M-N kolom K-35 arah y.....	244
Gambar VIII.15. Plot P_u kombinasi $(1,2+0,2S_{DS})D+0,5L-E$ pada diagram M-N kolom K-35 untuk arah x	245

Gambar IX.1 Posisi tiang pancang $n = 5$.	251
Gambar IX.2 Tegangan geser 1 arah.....	252
Gambar IX.3 Tegangan geser 2 arah.....	253
Gambar IX.5. Penulangan pondasi tiang pancang pada kolom K31.....	259
Gambar IX.6 Penyebaran beban pada <i>Sloof</i>	259
Gambar IX.7 Momen akibat beban mati pada <i>sloof</i> saat musim kemarau.....	260
Gambar IX.8 Momen akibat beban hidup pada <i>sloof</i> saat musim kemarau....	260
Gambar IX.9 Momen akibat beban mati pada <i>sloof</i> saat musim hujan	260
Gambar IX.10 Momen akibat beban hidup pada <i>sloof</i> saat musim hujan	261
Gambar IX.11 Tulangan longitudinal <i>sloof</i> SF 1	264
Gambar IX.12 Gaya geser pada <i>sloof</i> SF 1 X	265
Gambar IX.13 Penulangan <i>sloof</i> SF 1.....	268

DAFTAR TABEL

Tabel II,1 koefisien c_t dan x	11
Tabel II.2 Faktor keutamaan bangunan	12
Tabel V.1. Panjang batang penyusun kuda-kuda utama	49
Tabel V.2. Momen kombinasi perencanaan gording	53
Tabel V.3. Panjang masing-masing batang kuda-kuda baja	56
Tabel V.4. Beban mati pada kuda-kuda baja	58
Tabel V.5. Hasil perhitungan gaya batang kuda-kuda baja	62
Tabel V.6. Validasi hasil hitungan gaya batang kuda-kuda baja	66
Tabel V.7 Gaya batang kombinasi kuda-kuda hasil program SAP.....	68
Tabel V.8. Perencanaan dimensi batang kuda-kuda:	81
Tabel V.9. Hasil perhitungan Kebutuhan Panjang Las	84
Tabel VI.1. Hasil perhitungan momen plat atap	99
Tabel VI.2. Tulangan dan momen desain plat atap.....	108
Tabel VI.3. Momen plat lantai	111
Tabel VI.4. Tulangan dan momen desain plat lantai.	120
Tabel VI.5 Tulangan dan momen tersedia plat dinding <i>basement</i>	131
Tabel VI.6. Momen perlu plat lantai <i>basement</i>	134
Tabel VI.7. Penulangan plat lantai <i>basement</i>	134
Tabel VI.8. Momen pada konstruksi tangga.	138

Tabel VI.9. Tulangan dan momen desain konstruksi tangga.	151
Tabel VII.1. Lokasi titik pusat massa sebagai titik tangkap beban gempa.	161
Tabel VII.2. Simpangan lantai atap akibat beban gempa.....	161
Tabel VII.3. Perhitungan kekakuan lateral tingkat.	162
Tabel VII.4. Berat struktur dan selisihnya pada masing-masing lantai.	163
Tabel VII.5. Distribusi gaya geser dasar gempa	166
Tabel VII.7. Perbandingan analisis <i>SAP2000</i> dan manual	167
Tabel VIII.1. Pehitungan kontrol <i>story drift</i>	173
Tabel VIII.2. Hasil hitungan Q dan R dengan ρ sebesar 1%, 2%, 3%, dan 4% dengan $f_c' = 30$ MPa, $f_y = 410$ MPa.	179
Tabel VIII.3 Nilai P_u dan M_u balok K-35 pada berbagai kombinasi.	181
Tabel VIII.4. Dimensi rencana akhir portal.	183
Tabel VIII.5. Kombinasi momen lentur balok B-35	184
Tabel VIII.6. Momen lentur yang dipakai pada balok B-35	184
Tabel VIII.7. Hasil perhitungan tulangan longitudinal balok portal As-4	191
Tabel VIII.8 Hasil Perhitungan tulangan longitudinal balok portal As-J	196
Tabel VIII.9. Gaya geser kombinasi balok B-35	198
Tabel VIII.10 Hasil perhitungan tulangan geser balok portal AS-4	201
Tabel VIII.11 Hasil Perhitungan tulangan geser balok portal AS-J.....	205
Tabel VIII.12. Gaya aksial kolom As-4 arah $-x$	209
Tabel VIII.13. Gaya geser kolom As-4 arah x	210

Tabel VIII.14. Momen kolom As-4 arah x	211
Tabel VIII.15 Perhitungan pembesar momen lantai basement bagian atas	212
Tabel VIII.16 Perhitungan pembesar momen lantai basement bagian bawah .	213
Tabel VIII.17 Hasil kombinasi kolom K-35 arah-x atas.....	214
Tabel VIII.18 Hasil Kombinasi kolom K-35 arah-x bawah.....	214
Tabel VIII.19 Hasil Kombinasi kolom K-35 arah-y Atas.....	216
Tabel VIII.20 Hasil Kombinasi kolom K-35 arah-y bawah.....	216
Tabel VIII.21 Perhitungan tulangan longitudinal kolom portal As- 4.....	218
Tabel.VIII.22 .Perhitungan tulangan longitudinal kolom portal As-J	225
Tabel VIII.23.Kombinasi beban geser pada daerah luar sendi plastis kolom K-35	228
Tabel VIII.24.Kombinasi beban aksial pada daerah sendi plastis kolom K-35	225
Tabel VIII.25 .Perhitungan tulangan geser kolom portal As-4	231
Tabel VIII.26.Perhitungan tulangan geser kolom portal As-J	234
Tabel VIII.27.Perhitungan tulangan memanjang balok anak	236
Tabel VIII.28.Perhitungan tulangan geser balok anak	237
Tabel VIII.29. Tinjauan kolom biaksial kolom K-35 (bawah dan atas) dari semua kombinasi	246
Tabel IX.1 Daya dukung tiang pancang setiap kedalaman	249
Tabel IX.2 Jumlah tiang pancang yang diperlukan	250
Tabel IX.3 Efisiensi jumlah tiang pancang dalam satu kelompok	251

Tabel IX.4.Perhitungan beban dukung P setiap pancang np = 5	253
Tabel IX.5 Kombinasi momen saat musim kemarau.	261
Tabel IX.6 Kombinasi momen saat musim hujan.....	262
Tabel IX.7 Kombinasi geser saat musim kemarau	262
Tabel IX.8 Kombinasi geser saat musim hujan	262
Tabel IX.9 Syarat momen	262
Tabel IX.10 .Tulangan memanjang <i>sloof</i> portal As-4.....	265
Tabel IX.11 Hasil perhitungan tulangan geser <i>Sloof</i> portal As-4	269

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L-1 Gambar Detail
Lampiran L-2 Nilai Tc hasil <i>SAP</i>
Lampiran L-3 Nilai Momen Pikul Maksimum (K_{maks}) dalam MPa.....
Lampiran L-4 Kombinasi gaya dalam Portal As-4 dan As-j
Lampiran L-5 Data Tanah.....
Lampiran L-6 Lembar Konsultasi

DAFTAR NOTASI

- A_{cp} = luasan yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm^2 .
- A_0 = luasan yang dibatasi oleh garis pusat (*centerline*) dinding pipa, mm^2 .
- A_{0h} = luasan yang dibatasi garis begel terluar, mm^2 .
- A_s = luas tulangan tarik pada struktur, mm^2 .
- A'_s = luas tulangan tekan, mm^2 .
- A_{sb} = luas tulangan bagi (pada pelat), mm^2 .
- A_{st} = $A_s + A'_s$ = luas total tulangan longitudinal (pada balok), mm^2 .
- $A_{s,b}$ = luas tulangan tarik pada kondisi seimbang (*balance*), mm^2 .
- $A_{s,\text{maks}}$ = batas maksimal luas tulangan tarik pada beton bertulang, mm^2 .
- $A_{s,\text{min}}$ = batas minimal luas tulangan tarik pada beton bertulang, mm^2 .
- $A_{s,u}$ = luas tulangan yang diperlukan, mm^2 .
- $A_{v,u}$ = luas tulangan geser/begel yang diperlukan, mm^2 .
- a = tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen, mm.
- a_b = tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen kondisi *balance*, mm.
- b = ukuran lebar penampang struktur, mm.
- C = koefisien bebap gempa, bergantung pada situs tanah tempat struktur dibangun dan perioda fundamental struktur.
- C_d = faktor amplifikasi defleksi
- C_u = koefisien batas atas untuk perioda yang dihitung bergantung pada S_{D1}

- C_c = gaya tekan beton, kN.
- C_i = koefisien momen pelat pada arah sumbu-i.
- C_{lx} = koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek).
- C_{ly} = koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang).
- C_{tx} = koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek).
- C_{ty} = koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang).
- C_s = koefisien respon seismik.
- D = beban mati (*dead load*), N, N/mm, atau Nmm.
 = lambang batang tulangan *deform* (tulangan ulir).
- d = jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tekan, mm.
- d_b = diameter batang tulangan, mm.
- d_d = jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
- d'_d = jarak antara pusat berat tulangan tekan pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
- d_s = jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tarik, mm.
- d_{s1} = jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan tepi serat beton tarik, mm.
- d_{s2} = jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan baris kedua, mm.
- d'_s = jarak antara pusat berat tulangan tekan dan tepi serat beton tekan, mm.
- E = beban yang diakibatkan oleh gempa (*earthquake load*), N atau Nmm.

- E_c = modulus elastisitas beton, MPa.
- E_s = modulus elastisitas baja tulangan, MPa.
- f_{ct} = kuat tarik beton, MPa.
- f'_c = kuat tekan beton dan mutu beton yang disyaratkan pada beton umur 28 hari, MPa.
- F_a = koefisien situs untuk parameter respon spektral S_s .
- F_i = beban gempa nominal statik ekuivalen pada lantai ke-i, kN.
- f_i = gaya geser pada selimut segmen tiang (untuk pasir = $N/5$, lempung $f_i=N$)
- F_v = koefisien situs untuk parameter respon spektral S_1 .
- f_r = faktor reduksi beban hidup.
- f_s = tegangan tarik baja tulangan, Mpa.
- F'_s = tegangan tekan baja tulangan, Mpa.
- f_y = kuat leleh baja tulangan longitudinal, MPa.
- f_{yt} = kuat leleh baja tulangan transversal, MPa.
- H = tinggi total gedung diukur dari penjepitan lateral, m.
- h = ukuran tinggi penampang struktur, mm.
- h_i = ketinggian lantai ke-i dari taraf penjepitan lateral, m.
- I = momen inersia, mm^4 .
- I_e = faktor keutamaan bangunan yang bergantung pada fungsi bangunan dan kategori resiko akibat kejadian gempa.
- K = faktor momen pikul, MPa.

K_{maks} = faktor momen pikul maksimal, MPa.
 K_r = kategori resiko bangunan.
 L = beban hidup (*life load*), N, N/mm, atau Nmm.
 l_d = panjang penyaluran tegangan tulangan tarik atau tekan, mm.
 l_{db} = panjang penyaluran tegangan dasar, mm.
 l_{dh} = panjang penyaluran tulangan kait, mm.
 l_{hb} = panjang penyaluran kait dasar, mm.
 l_i = panjang segmen tiang yang ditinjau, m.
 l_n = bentang bersih kolom atau balok, mm.
 l_o = jarak sendi plastis pada ujung bawah kaki kolom atau kaki dinding, mm.
 m = jumlah tulangan maksimal per baris selebar balok.
 M_d = momen desain struktur, kNm.
 M_D = momen lentur diakibatkan oleh beban mati, kNm.
 M_E = momen lentur diakibatkan oleh beban gempa, kNm.
 M_i = momen pelat pada arah sumbu-I, Nmm.
 M_L = momen lentur diakibatkan oleh beban hidup, kNm.
 M_{lx} = momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), kNm.
 M_{ly} = momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), kNm.
 M_n = momen nominal *aktual* struktur, kNm.
 $M_{n,maks}$ = momen nominal *aktual* maksimal struktur, kNm
 M_{tx} = momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), kNm.

- M_{ty} = momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), kNm.
- M_u = momen perlu atau momen terfaktor, kNm.
- $M_{u,x}$ = momen terfaktor yang bekerja searah sumbu X, kNm.
- $M_{u,y}$ = momen terfaktor yang bekerja searah sumbu Y, kNm.
- N = nilai *standard penetration test*
- n = jumlah total batang tulangan pada hitungan balok.
- P = beban aksial kolom.
- P_a = daya dukung izin tiang, ton.
- P_{cp} = keliling yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm.
- P_D = beban aksial yang diakibatkan oleh beban mati, kN.
- P_E = beban aksial yang diakibatkan oleh beban gempa, kN.
- P_h = keliling yang dibatasi garis begel terluar, mm.
- P_L = beban aksial yang diakibatkan oleh beban hidup, kN.
- P_n = beban aksial nominal kolom, kN.
- P_{nb} = beban aksial nominal kolom pada kondisi *balance*, kN.
- P_u = beban aksial perlu atau aksial terfaktor, kN.
- $P_{u,x}$ = beban aksial perlu yang bekerja searah sumbu X, kN.
- $P_{u,y}$ = beban aksial perlu yang bekerja searah sumbu Y, kN.
- $P_{u\phi}$ = beban aksial perlu minimum pada batas nilai ϕ yang mengikat dari 0,65 untuk kolom bersengkang atau 0,70 untuk kolom dengan tulangan spiral sampai 0,90, kN.

- P_o = beban aksial sentris atau beban aksial pada sumbu kolom, kN.
- Q = sumbu vertikal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan, dihitung dengan rumus $Q = \phi P_n / (f'_c \cdot b \cdot h)$ atau $Q = P_u / (f'_c \cdot b \cdot h)$.
- Q_b = $\phi P_n / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada kondisi regangan penampang *balance*.
- Q_o = $\phi P_o / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada beban sentris.
- Q_ϕ = $P_{u\phi} / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada beban P_ϕ .
- q_c = tahanan ujung konus.
- q_D = beban mati terbagi rata, kN/m.
- q_L = beban hidup terbagi rata, kN/m.
- q_u = beban terfaktor terbagi rata, kN/m.
- R = faktor reduksi gempa
- S = jarak 1 meter atau 1000 mm.
- S_{DS} = parameter desain percepatan respons spektral pada periode pendek (0,2 detik).
- S_{DSu} = parameter desain percepatan respons spektral pada batas atas (ultimit).
- S_{D1} = parameter desain percepatan respons spektral pada periode panjang (1,0 detik).
- SF = faktor aman pondasi.
- S_{MS} = modifikasi percepatan respons spektral S_s yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- S_{M1} = modifikasi percepatan respons spektral S_1 yang sudah disesuaikan

terhadap pengaruh kelas situs.

- S_s = parameter kecepatan respons spektral pada perioda pendek (0,2 detik).
- S_1 = parameter kecepatan respons spektral pada perioda panjang (1,0 detik).
- s = spasi begel balok atau spasi tulangan pelat, mm.
- T_a = waktu getar fundamental struktur untuk rumus pendekatan, detik.
- T_c = waktu getar fundamental struktur eksak, detik.
- T_n = momen puntir (torsi) nominal, Nmm.
- T_u = momen puntir (torsi) perlu atau torsi terfaktor, Nmm.
- U = kuat perlu atau beban terfaktor, N, N/mm, atau Nmm.
- V = beban dasar nominal statik ekuivalen akibat gempa rencana, kN.
- V_c = gaya geser nominal yang dapat ditahan oleh beton, kN.
- V_D = gaya geser yang diakibatkan oleh beban mati, kN.
- V_E = gaya geser yang diakibatkan oleh beban gempa, kN.
- V_L = gaya geser yang diakibatkan oleh beban hidup, kN.
- V_n = gaya geser nominal pada struktur beton bertulang, kN.
- V_s = gaya geser yang dapat ditahan oleh tulangan sengkang/begel, kN.
- V_u = gaya geser perlu atau gaya geser terfaktor, kN.
- V_{ud} = gaya geser terfaktor pada jarak d dari muka tumpuan, kN.
- W_i = berat gedung termasuk beban hidup yang sesuai pada lantai ke- i , kN.
- W_t = berat total gedung termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
- β_1 = faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuivalen yang nilainya

bergantung mutu beton.

γ_c = berat beton, kN/m³.

Ω_0 = faktor kuat lebih struktur

ϵ'_c = regangan beton (tanpa satuan).

ϵ'_{cu} = regangan tekan beton pada batas retak.

ϵ_s = regangan tarik baja tulangan.

ϵ'_s = regangan tekan baja tulangan.

ϵ_y = regangan tarik baja tulangan pada saat leleh.

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS 6 LANTAI
(+1 BASEMENT) DI SUKOHARJO DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)**

RENNY PURWANJARY

Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta ,Jl A.Yani
Tromol Pos 1 Pabelan,Kartasura, Sukoharjo.

e-mail: Renny.Purwanjary@gmail.com

ABSTRAKSI

Salah satu yang menjadi prioritas pihak Universitas untuk berbenah diri dalam pengelolaan sistem serta fasilitas perkuliahan adalah gedung kampus, yang diharapkan dapat mengoptimalkan proses perkuliahan. Bangunan gedung perkuliahan ini direncanakan di Sukoharjo, struktur gedung di desain menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) Berdasarkan “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2013)”, sedangkan analisa beban gempa berdasarkan “Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 03-1726-2012)”. Perencanaan gedung meliputi perencanaan struktur atap, pelat atap, Pelat lantai, tangga, balok, kolom dan pondasi. Gaya dalam akibat beban mati, hidup dan gempa dilakukan dengan bantuan software SAP 2000 v.15 dalam bentuk analisa struktur portal 3 dimensi. klasifikasi situs tanah termasuk kategori SD (tanah sedang), melalui situs *puskim.pu.go.id* diperoleh nilai $SDS=0,599$, $SD1=0,370$, $SS=0,749$, $S1=0,314$. spesifikasi bahan yang digunakan adalah ($f'c$)= 30 MPa, (f_y)= 410 MPa, dan (f_y)= 250 MPa, sedangkan rangka atap digunakan baja Bj 41. Perencanaan pelat lantai 100 mm dan atap digunakan ketebalan 120 mm. Struktur balok direncanakan berdimensi 300/600. Sedangkan untuk kolom direncanakan dengan dimensi 600/600. Struktur bawah direncanakan memakai pondasi tiang pancang diameter 400 mm dengan kedalaman 18m, dengan dimensi *poer* 2200x2200x1000 mm untuk 5 tiang, *sloof* direncanakan berdimensi 250/400.

Kata Kunci : Perencanaan, SRPMM, Struktur Beton Bertulang.

ABSTRACTION

One of the priorities of the University to improve itself in managing the system and lecture facilities is the campus building, which is expected to optimize the lecture process. The lecture building is planned in Sukoharjo, the structure of the building is designed using the Medium Moment Resisting Frame System (SRPMM) Based on "Requirements for structural concrete for buildings (SNI 03-2847-2013)", while seismic load based method " Procedures for planning earthquake resistance for the structure of buildings and non-buildings (SNI 03-1726-2012). "Building planning includes planning the roof structure, roof plates, floor plates, stairs, beams, columns and foundations. The forces to dead load, live and earthquake loads are carried out with the help of SAP 2000 v.15 software in the form of 3-dimensional portal structure analysis. classification of land sites is categorized as elementary school (medium land), through puskim.pu.go.id site obtained $SDS = 0.599$, $SD1 = 0.370$, $SS = 0.749$, $S1 = 0.314$. Material specifications used are $(f'_c) = 30$ MPa, $(f_y) = 410$ MPa, and $(f_y) = 250$ MPa, while the roof frame is used by Bj 41 steel. Floor 100 mm and roof used 120 mm thickness. The beam structure is planned to be 300/600 dimension. As for the planned column with 600/600 dimensions. The bottom structure is planned to use 400 mm diameter pile foundation with a depth of 18m, with dimensions of poer 2200x2200x1000 mm for 5 poles, Sloof is planned to be 250/400 dimension.

Keywords : Planning, SRPMM, Reinforced concrete structure.